View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Xiamen University Institutional Repository

学校编码：10384　　　　　　　　　　分类号_______密级 ______

学　　号：200223028　　　　　　　　UDC_____________________

厦　门　大　学

硕　士　学　位　论　文

沪市股票已实现波动率和成交量的分布特征及相互关系

The Distribution and Relationship of Stock Realized Volatility and Trading Volume of ShangHai Stock Market

李 毅 轩

指导教师姓名：　黄 荣 坦 副教授

专 业 名 称：　概率与数理统计

论文提交日期：　2005 年 4 月

论文答辩日期：　2005 年 6 月

学位授予日期：　2005 年　 月

答辩委员会主席：________

评　　阅　　人：________

2005 年 **4** 月

厦门大学博硕士论文摘要库

论 文 摘 要

金融学者和金融从业者广泛认同波动率是随时间变化的，描述波动率时变特征的模型主要有随机波动率(SV)模型和 ARCH 族模型，而对已实现波动率的研究近年来发展很快。本文利用在上海证券交易所上市交易的 15 支股票的股价高频数据，构造已实现波动率，分析他们的分布特征，包括无条件分布和条件分布，同时引入成交量并分析成交量的分布特征，与已实现波动率做比较，并检验了波动率对冲击的不对称反应，波动率和成交量的关系。主要的研究结果表明：1）15 支股票日收益的无条件分布是尖峰且稍微右偏的，而用已实现标准差标准化的日收益呈现出近似正态性；2）15 支股票的已实现波动率和成交量的相关性比较高，日已实现方差和成交量的无条件分布是尖峰右偏的，而日已实现对数标准差和对数成交量与已实现方差和成交量的无条件分布相比，较为接近对称；日已实现协方差也是尖峰右偏的，而大部分日已实现相关系数的分布却显示出近似正态性；波动率之间是正相关的，成交量之间也是正相关的；3）已实现波动率序列和成交量序列都是长记忆的分数阶积分过程，已实现相关系数的长记忆特征和已实现对数标准差相比较不明显；4）已实现对数标准差对冲击的不对称反应很不明显，成交量对波动率存在解释作用，成交量和波动率序列的二元 Granger 因果关系检验表明，成交量先于波动变化。

通过分析，我们发现成交量与已实现波动率的分布在很多方面很相似，可以通过分析成交量来了解股票的价格波动。

关键词：已实现波动率；成交量；长记忆过程

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

It's widely recognized among both finance academics and practitioners that volatilities vary over time. We often use stochastic volatility models and ARCH type models to characterize the time-varying property of volatility, while research in realized volatility has evolved rapidly over the past few years. In this paper, Using high-frequency data of 15 individual stocks in Shanghai stock market, we construct daily stock realized volatilities and correlations. We analyze their distributions, including unconditional and conditional distributions. At the same time, we analyze the distributions of trading volume in contrast with realized volatilities. We find that: 1) The unconditional distributions of stock returns are leptokurtic and right skewed, while the distributions of the returns scaled by the realized standard deviations appear approximately Gaussian; 2) The correlations between realized volatilities and trading volume are high, The unconditional distributions of the realized variances and volume are leptokurtic and highly skewed to the right, while the realized logarithmic standard deviations and logarithmic volume are near symmetric, the distributions of covariances are leptokurtic and extremely right skewed, while most of all correlations appear approximately normally distributed, volatilities and correlations move together; 3) The realized volatilities and trading volume are described by fractionally integrated processes, the long-memory of realized correlations are not so evident as that of volatilities and volume; 4) The asymmetric responses of volatilities are unconspicuous for most of the individual stocks, trading volume appears to have predictive power on realized volatilities, and the Granger causality tests of volatilities and volume indicate that volume can cause volatilites.

We find that the distributions of stock realized volatilities and trading

厦门大学博硕士论文摘要库

volume are similar.

Key Words: Realized Volatility; Trading Volume; Long-Memory Process

厦门大学博硕士论文摘要库

目　录

第一章 引言……………………………………………………………………1

第二章 已实现波动率和成交量………………………………………………6

2.1 已实现波动率的理论基础……………………………………………6

2.2 数据和已实现波动率的构造…………………………………………9

2.3 成交量和已实现波动率序列…………………………………………10

第三章 无条件分布……………………………………………………………15

3.1 日收益……………………………………………………………………15

3.2 已实现方差和成交量……………………………………………………17

3.3 已实现对数标准差和对数成交量………………………………………22

3.4 已实现协方差和相关系数………………………………………………27

3.5 多变量无条件分布………………………………………………………28

第四章 条件分布………………………………………………………………32

4.1 分数阶积分过程的阶数的估计方法……………………………………32

4.2 已实现波动率和成交量的条件分布……………………………………33

4.3 已实现相关系数的条件分布……………………………………………38

第五章 波动率的不对称反应和成交量与波动率的关系………39

5.1 波动率的不对称反应检验………………………………………………39

5.2 成交量与波动率的关系…………………………………………………41

第六章 总结和建议……………………………………………………………45

参考文献………………………………………………………………………47

致谢……………………………………………………………………………52

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

1.

Foreword……………………………………………………………..1

2. Realized Volatility and Trading Volume………………………….6

2.1 Theory of Realized Volatility……………………………………….6

2.2 Data and the Construction of Realized Volatility…………………9

2.3 Series of Trading Volume and Realized Volatility………………….10

3. Unconditional Distribution……………………………………15

3.1 Daily Returns……………………………………………………………15

3.2 Realized Variances and Trading Volume……………………………17

3.3 Realized Logarithmic Standard Deviations and

Logarithmic Trading Volume………………………………………..22

3.4 Realized Covariance and Correlations……………………………….27

3.5 Multivariate Unconditional Distribution…………………………...28

4. Conditional Distribution………………………………………32

4.1 Technique of estimating the degree of

fractionally integrated processes ……………………….................32

4.2 Realized Volatilities and Trading Volume…………………………..33

4.3 Realized Correlations…………………………………………...............38

5. Asymmetric Responses of Volatilities and Relationship between Volume and Volatilities…………………….........…39

5.1 Test of Asymmetric Responses of Volatilities……………………….39

5.2 Relationship between Volume and Volatilities……………………...41

厦门大学博硕士论文摘要库

6. Conclusion and Suggestion……………………………………45

References…………………………………………………………47

Acknowledgement…………………………………………………52

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章　引　言

金融市场的波动是指资产收益的波动，即未来资产收益的不确定性。对波动性的预测是资产定价，资产投资组合和风险管理理论和实践的重要内容。投资者需要估计资产相对于风险的期望收益率，银行和其他金融机构要确保资产价值不跌破破产下限，这些评估都离不开对资产收益率的波动性研究。在证券市场，对股票的波动性进行分析，有助于监管部门制定政策来保证股票市场的健康稳定发展。

在现代金融理论中，对资产收益的风险和价格不确定性的度量通常是采用方差或标准差来描述。然而这种静态指标，只能反映出一段时间内总体波动情况，而无法体现出金融资产收益波动的时变特征。而金融学者和金融从业者广泛认同波动率是随时间变化的，以前通常采用移动平均技术或者称为滚动方差来估计时变波动率，即选取一定长度的历史数据窗口并随时间窗口推移对固定个数的数据取加权均值作为估计值。但是这种技术的一个严重缺陷是，如果出现极端事件就会对波动率的估计产生长时间的影响，其后的很长一段时间波动率的估计都会持续在高水平上，而实际上波动率可能很早就恢复了正常水平。而且，对于最优窗口长度的选取也是一个颇具争议的话题。为了寻求对金融市场价格波动行为更为准确的描述和分析,许多金融计量学家尝试用不同的模型与方法处理这一问题。这就刺激了对金融市场波动率的分布和动态性质的更广泛深入的研究。

描述波动率的时变特征的模型主要有随机波动率(SV)模型和ARCH族模型。Clark(1973)提出了随机波动率的MDH方法，并且后来由Epps和Epps (1976), Tauchen和Pitts(1983),Andersen(1996), Andersen和Bollerslev (1997), Ane和Geman(2000)等进行了扩展和分析，但由于随机波动模型较难得到估计值，因此应用较少。1982年Engle提出了ARCH模型，即自回归条件异方差模型，首次提出了用条件方差来刻画波动率的时变特征。ARCH模型中通

厦门大学博硕士论文摘要库

常包含均值方程和方差方程，方差可描述为：$h_t = Var(r_t \mid \psi_{t-1})$，其中 r_t 表示收益率，ψ_{t-1} 表示t-1时刻的信息集。这样，由于信息集随时间改变，条件方差也是变化的。Bollerslev(1986)针对ARCH模型滞后结构的不足提出了广义自回归条件异方差模型，即GARCH模型。随后的十几年，计量经济学家对ARCH模型进行了许多变形。Engle, Lilien和Robins(1987)在研究超额收益与风险的关系时，把条件方差引入均值方程中，提出了ARCH-M模型，为刻画股票市场信息影响的不对称现象，Nelson(1991)提出了EGARCH模型，Glosten,Jaganathan和Runkle(1993)提出了GJR模型等，这些构成了ARCH类模型族。目前ARCH族模型已经被广泛地应用于股票市场、货币市场、外汇市场、期货市场的研究中，用来描述股票价格、利率、汇率和期货价格等金融时间序列的波动特征。大量的实证研究都表明ARCH族模型能很好的刻画金融市场波动的“聚类”(Volatility Clustering)特征，特别适合对金融时间序列数据建模。国外学者利用ARCH族模型已经作了很多的实证研究。

我们对波动率的大部分了解是来自于上面提到的 ARCH 类模型族和随机波动率模型，还有来自特定的期权定价模型如 Black-Scholes 模型的隐含波动率的分析。然而，这些波动率测度的效力通常依赖于特定的分布假定，并且在隐含波动率情形下，关于波动率的市场的风险价格有更高的假定。这样，多竞争模型的存在引起了对以前研究结果的稳固性的质疑。

由于传统手段的局限性，French 等人提出了一种新的波动率度量方式，被称为已实现波动率。French，Schwert 和 Stambaugh(1987)运用股票指数日收益构造出月已实现波动率，Taylor 和 Xu(1997)对已实现波动率也进行了分析。

近年来随着数据存储技术的发展，人们获得金融数据的频率越来越高，这对金融市场研究产生了重大的推动作用，国外许多学者利用高频数据对金融市场的微观结构进行了多方面的研究。在此基础上，Andersen,Bollerslev,

厦门大学博硕士论文摘要库

Diebold 和 Labys(2001)等一系列文章加强和推广了已实现波动率的方法，分别利用高频数据对 DM/$,Yen/$汇率和 DJIA30 股票构造日已实现波动率，这一已实现波动率，就是用一天内的收益平方和来计算每天的实际波动率，实行起来较为简单。Andersen,Bollerslev, Diebold 和 Labys(2001)对特殊半鞅的普遍情况给出了波动率测度严格的理论基础，而且指出当抽样的频率达到无穷时，从理论上讲是没有测量误差的，即每天抽取足够多的样本，已实现波动率就可以任意近似于二次变差和协变差。根据 Merton(1980)和 Nelson(1992)，对连续时间扩散过程，扩散系数可以由充分巧妙的样本观测值给出任意好地估计，并由二次变差理论，同样的想法可应用于固定范围上积分波动率的估计。同样的，高频数据的运用在构造已实现波动率上扮演重要的角色。要得到可靠的高频收益，需要选取交易最活跃的金融品种，Andersen,Bollerslev, Diebold 和 Labys(2001)和 Andersen,Bollerslev, Diebold 和 Ebens(2001)分别选取了 DM/$,Yen/$汇率和 DJIA30 股票这些世界上交投最为活跃的品种作为研究对象，运用 5 分钟收益构造日已实现方差和协方差，这样把已实现方差和协方差看成可直接观测的，就可以直接描述波动率的分布特征，而不必去拟合多变量 ARCH 模型或随机波动率模型。Andersen 等人对外汇汇率和股票的已实现波动率的分析得出了相似的结论：对于无条件分布，日已实现方差和协方差是尖峰且高度右偏的，而日已实现对数标准差和日已实现相关系数较为接近正态；虽然日收益的无条件分布是尖峰且稍微右偏的，但由日已实现标准差标准化的每日收益的无条件分布却是近似正态的；对于条件分布，所有的波动率随时间而变动，显示出很强的动态依赖性，而且这种依赖性由分数阶积分过程很好地描述；所有的波动率序列有一个系统的趋势，不仅已实现对数标准差之间是一起同方向变动的，已实现对数标准差和已实现相关系数也是一起同方向变动的。Andersen,Bollerslev,Diebold 和 Ebens(2001)还发现 DJIA30 股票大部分存在杠杆效应，即负收益比同样绝对值的正收益对未来波动率的冲击较大。

厦门大学博硕士论文摘要库

在国内，学者对股票市场波动性的研究大部分都是运用 ARCH 族模型。马超群和陈牡妙(1998)对 ARCH 族模型作了介绍和评述；王玉荣(2002)运用 ARCH 族模型对上海和深圳股票市场的股票指数日收益的波动进行实证分析，结果表明中国股票市场的日收益率的波动存在聚类性及非对称性，但没有呈现高风险伴随高回报；楼迎军(2003)运用 EGARCH 模型对上海股票市场的上证指数和 8 个分类指数检验是否存在“杠杆效应”，结果表明 9 个股指中有 7 个呈现出显著的“杠杆效应”，但没有国外市场明显；胡海鹏、方兆本(2002)用 AR-EGARCH-M 模型研究了上证指数和深证成指的波动性，指出股票风险在某种程度上影响其预期收益率，且股市存在杠杆效应。此外还有许多类似的研究。

中国股市是一个新兴的市场，经过 10 多年的发展，现在在很多方面开始和国外的成熟市场有了相同之处，然而中国股票市场的股票已实现波动率的分布特征是如何的呢？同国外成熟市场相比，又有哪些独特之处？本文，笔者利用在上海证券交易所上市交易的 15 支股票的高频数据，构造已实现波动率，分析他们的分布特征，包括无条件分布和条件分布，同时引入成交量并分析成交量的分布特征，与已实现波动率作比较，并检验了波动率对冲击反应的不对称关系，波动率和成交量的关系。文章的结构如下：第二章先简要回顾已实现波动率的基本理论基础，讲述了如何构造已实现波动率,并比较了成交量和已实现波动率序列；第三章我们对日收益和已实现波动率序列以及成交量进行分析，分析它们的无条件分布，结果表明，股票的日收益分布是尖峰且稍微右偏的，而用日已实现标准差标准化的日收益分布是近似正态的，日已实现方差、协方差和日成交量的无条件分布是右偏尖峰的，日已实现对数标准差和对数日成交量的分布接近对称，而大部分已实现相关系数的分布则是近似正态的，所有的波动率序列是一起变动的，成交量之间也是一起变动的；第四章我们分析了已实现波动率和成交量的条件分布，研究结果表明，已实现波动率序列和成交量序列是一

厦门大学博硕士论文摘要库

个长记忆的分数阶积分过程；第五章我们讨论已实现波动率对意外冲击的反应的不对称性和已实现波动率同成交量的关系，结果表明已实现波动率对冲击的反应的不对称性很不明显，而成交量对于波动率有解释作用，对波动率序列和成交量序列的二元 Granger 因果关系检验，也说明了成交量的改变会导致波动率的改变；最后一章，我们做出总结。

厦门大学博硕士论文摘要库

第二章　已实现波动率和成交量

2.1 已实现波动率的理论基础

已实现波动率的理论基础主要由 Andersen,Bollerslev,Diebold 和 Labys(2001)， Andersen,Bollerslev,Diebold 和 Labys(2003) 和 Andersen, Bollerslev,Diebold(2004)和其它一系列文章给出，这里我们简要叙述一下。

当市场开放的时候，交易可以在任何时候发生，收益原则上可以在任何时间间隔上获得，因此，我们在连续时间上建立基本的价格过程模型。

有关金融经济学的无套利价格过程属于一类特殊半鞅，它可以唯一分解为一个局部鞅和一个可料有限变差过程。对$T>0, t\in[0,T]$,令$\Im_t$是反映 t 时刻信息的σ域，对$0\le s\le t\le T$，$\Im_s\subseteq\Im_t$。令 P 表示$(\Omega,P,\Im)$上的概率测度，Ω表示样本空间，$\Im\equiv\Im_T$是在T时刻可区别的一组事件，并假定信息流$(\Im_t)_{t\in[0,T]}$满足 P-完备和右连续的通常条件。对任意的无套利对数价格过程p_k，在$[0,t]$上的复合收益为

$$p_k(t)-p_k(0)=M_k(t)+A_k(t)\,, \tag{1}$$

这里$M_k(0)=A_k(0)=0$，M_k是局部鞅，A_k是局部可积的可料有限变差过程。(1)式是通用的并且包含标准资产定价理论的所有规格，例如 $It\hat{o}$ 过程，跳跃和混合跳跃扩散过程，并且不需要 Markov 假设。不失一般性，(1)式的每一个部分可以假定为右连左极的，相应的左连右极过程是p_{k-}，对每一个$t\in[0,T]$定义为$p_{k-}(t)=\lim_{s\to t,s\le t}p_k(s)$，并且跳跃为

$$\Delta p_k=p_k-p_{k-} \quad 或 \quad \Delta p_k(t)=p_k(t)-\lim_{s\to t,s\le t}p_k(s) \tag{2}$$

由无套利性，跳跃的发生和幅度是不可预测的，因此M_k 含有p_k的连同任

何无限变差部分的跳跃部分，而 A_k 有连续的路径。进一步，将 M_k 分解为一对局部鞅，一个有连续和无限变差路径，M_k^c，另一个有限变差过程 ΔM_k 表示补偿的跳跃部分，因此 $M_k = M_k^c + \Delta M_k$，(1)式变为

$$p_k(t) - p_k(0) = M_k^c(t) + \Delta M_k(t) + A_k(t) \quad (3)$$

对任意的半鞅 X 和可料被积函数 H，随机积分为 $\int HdX = \{\int_o^t H(s)dX(s)\}_{t\in[0,T]}$，对两个半鞅 X 和 Y，二次变差和协变差过程 $[X,X] = ([X,X])_{t\in[0,T]}$ 和 $[X,Y] = ([X,Y])_{t\in[0,T]}$ 为

$$[X,X] = X^2 - 2\int X\_dX \quad (4a)$$

$$[X,Y] = XY - \int X\_dY - \int Y\_dX \quad (4b)$$

这里 $X\_$ 表示在 s 的值是 $\lim_{u\to s,u<s} X_u$。对[0,T]上的随机分划的递增序列，$0 = \tau_{m,o} \le \tau_{m,1} \le \ldots$，使得 $\sup_{j\ge1}(\tau_{m,j+1} - \tau_{m,j}) \to 0$，$\sup_{j\ge1}\tau_{m,j} \to T$ 对 $m\to\infty$ 以概率一收敛，对 $t\wedge\tau \equiv \min(t\wedge\tau), t\in[0,T]$，有

$$\lim_{m\to\infty}\{X(0)Y(0) + \sum_{j\ge1}[X(t\wedge\tau_{m,j}) - X(t\wedge\tau_{m,j-1})][Y(t\wedge\tau_{m,j}) - Y(t\wedge\tau_{m,j-1})]\} \to [X,Y]_t \quad (5)$$

(5)式的证明可见严加安(1981)，这里收敛在[0,T]上依概率是一致的，而且有 $[X,Y]_0 = X(0)Y(0)$，$\Delta[X,Y] = \Delta X\Delta Y$，并且 $[X,X]$ 是一个增过程。如果 X 和 Y 是局部平方可积鞅，X 和 Y 在[t-h,t]上的协方差由二次协变差的期望增量给出，

$$Cov(X(t),Y(t)\,|\,\Im_{t-h}) = E([X,Y]_t\,|\,\Im_{t-h}) - [X,Y]_{t-h} \quad (6)$$

(6)式的证明可见 Andersen,Bollerslev,Diebold 和 Labys(2003)。另外，对所

有的 j 和 k，有

$$[p_k, p_j]_t = [M_k, M_j]_t = [M_k^c, M_j^c]_t + \sum_{0\le s\le t} \Delta M_k(s)\Delta M_j(s) \tag{7}$$

令整数 $h \ge 1$ 表示计算波动率测度的交易天数，我们定义 h-期二次变差和协变差过程的时间序列，对 t=h,2h,…,T

$$Q\,\mathrm{var}_{k,h}(t) \equiv [p_k, p_k]_t - [p_k, p_k]_{t-h} \tag{8a}$$

$$Q\,\mathrm{cov}_{kj,h}(t) \equiv [p_k, p_j]_t - [p_k, p_j]_{t-h} \tag{8b}$$

这样资产价格的二次变差和协变差过程仅仅依赖于收益创新的实现，二次变差和协变差由收益的瞬时平方和交叉乘积累积获得。而且，即使价格路径包含跳跃，测度也可很好的定义。h-期二次变差和协变差与条件收益方差和协方差是紧密联系的，但明显不同于条件收益方差和协方差。特别地，有

$$Var(p_k(t) \mid \Im_{t-h}) = E[Q\,\mathrm{var}_{k,h}(t) \mid \Im_{t-h}) \tag{9a}$$

$$Cov(p_k(t), p_j(t) \mid \Im_{t-h}) = E[Q\,\mathrm{cov}_{kj,h}(t) \mid \Im_{t-h}) \tag{9b}$$

这样，条件方差和协方差分别以零均值误差偏离二次变差和协变差。这自然是因为方差和协方差是事前概念，而二次变差和协变差是事后的概念。可以把二次变差和协变差看成条件方差和协方差的无偏估计，反之也是。不同于方差和协方差，二次变差和协变差原则上可由高频收益观察值得到，这使得波动率运用标准统计工具的分析和预测变容易了。

具体的，正规化一个单位间隔为一个交易日，正整数 $m \cdot T$ 表示收益观察值的个数由每天对价格抽样 m 次得到，资产 k 在[t-1/m,t]上的收益是

$$r_{k,(m)}(t) = p_k(t) - p_k(t-1/m)\text{，}\ t=1/m,2/m,\ldots,T \tag{10}$$

对 t=h,2h,…,T，定义

$$\mathrm{var}_{k,h}(t;m) = \sum_{i=1,\ldots mh} r_{k,(m)}^2(t-h+(i/m)) \tag{11a}$$

厦门大学博硕士论文摘要库

$$\text{cov}_{kj,h}(t;m) = \sum_{i=1,\ldots mh} r_{k,(m)}(t-h+(i/m)) \times r_{j,(m)}(t-h+(i/m)) \qquad (11b)$$

为时刻 t 已实现 h-期波动率（方差）和协方差，当 h 取 1 时，表示一天的已实现方差和协方差。对任何固定抽样频率 m，可直接观测的已实现波动率（方差）和协方差与理论的二次变差和协变差过程形成对比。并且对足够大的 m，已实现波动率（方差）和协方差为二次变差和协变差提供了任意好的近似，对于所有的 t=h,2h,…T，有

$$p\lim_{m\to\infty} \text{var}_{k,h}(t;m) = Q\,\text{var}_{k,h}(t) \qquad (12a)$$

$$p\lim_{m\to\infty} \text{cov}_{kj,h}(t;m) = Q\,\text{cov}_{kj,h}(t) \qquad (12b)$$

已实现方差和协方差 $\text{var}_{k,h}(t;m)$ 和 $\text{cov}_{kj,h}(t;m)$ 当 $m \to \infty$ 时收敛于 $Q\,\text{var}_{k,h}(t)$ 和 $Q\,\text{cov}_{kj,h}(t)$，但一般不是相应的 t-h 时刻的条件收益方差和协方差，$E[Q\,\text{var}_{k,h}(t) \mid \Im_{t-h})$ 和 $E[Q\,\text{cov}_{kj,h}(t) \mid \Im_{t-h})$。

很多理论研究假定对数价格过程服从扩散过程，$dp_k = \mu_k dt + \sigma_k dW$，其中 W 表示标准 Wiener 过程,有

$$Q\,\text{var}_{k,h}(t+h) = [p_k, p_k]_{t+h} - [p_k, p_k]_t = \int_t^{t+h} \sigma_k^{\ 2}(s)ds \qquad (13)$$

其中 $\int_{t-h}^{t} \sigma_k^{\ 2}(s)ds$ 表示所谓的积分波动率,而

$$r_k(t+h,h) \mid \sigma\{\mu_k(t+s), \sigma_k(t+s)\}_{s\in[0,h]} \sim N(\int_0^h \mu_k(t+s)ds, \int_0^h \sigma_k^2(t+s)ds) \qquad (14)$$

由二次变差理论，有

$$\sum_{i=1,\ldots mh} r_{k,(m)}^2(t+(i/m)) - \int_0^h \sigma_k^2(t+s)ds \to 0 \qquad (15)$$

在此基础上，我们在下一节用高频数据来构造已实现波动率。

2.2 数据和已实现波动率的构造

本文所用的数据来源于 CCER。我们从上海证券交易所交易的股票中选取了 1998 年 5 月 5 日前上市的 15 只股票作为研究对象，这些股票都是总

厦门大学博硕士论文摘要库

Degree papers are in the "Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database". Full texts are available in the following ways:
1. If your library is a CALIS member libraries, please log on http://etd.calis.edu.cn/ and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库